

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC997 U.S. PTO
09/981665
10/16/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月20日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-321458

出 願 人

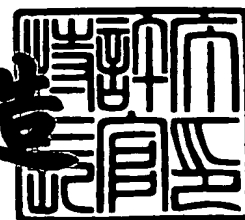
Applicant(s):

株式会社三協精機製作所

2001年 7月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3062645

【書類名】 特許願

【整理番号】 00-09-21

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 19/00

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 株式会社三協精機
 製作所内

 【氏名】 成田 隆行

【特許出願人】

 【識別番号】 000002233

 【氏名又は名称】 株式会社三協精機製作所

【代理人】

 【識別番号】 100090170

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 横沢 志郎

 【電話番号】 0263(40)1881

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014801

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータ軸受監視装置および記憶装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 モータの軸受の状態を検出する状態検出手段と、

この状態検出手段によって検出された軸受の状態に基づき、当該軸受が異常であるか否かを判別する異常判別手段と、

この異常判別手段による判別結果を出力する出力手段と、
を有することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記状態検出手段は、前記軸受のインピーダンスを検出するインピーダンス検出手段であることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、

前記状態検出手段は、前記軸受が発生する音響を検出する音響センサであることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 4】 請求項 1 において、

前記状態検出手段は、前記軸受の温度を検出する温度センサであることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のうちのいずれかの項において、

前記異常判別手段は、前記軸受が寿命に近いか否かを判別することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のうちのいずれかの項において、

前記出力手段は、表示装置、スピーカまたはブザーであることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 7】 請求項 2 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの起動時において前記軸受が接触回転状態から前記非接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている浮上回転数よりも

高い場合には前記軸受が異常であると判別することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 8】 請求項 2 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 9】 請求項 2 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 10】 請求項 3 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 11】 請求項 3 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別

し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 1 2】 請求項 7、8 または 9 において、

前記インピーダンス検出回路は、前記軸受における前記接触回転状態あるいは非接触回転状態で相対回転する第 1 および第 2 の軸受要素のうちの一方に電圧を印加する電圧印加手段と、他方からの出力電圧を検出する出力電圧検出手段とを備えており、

前記異常判別手段は、前記出力電圧の変化に基づき、前記第 1 および第 2 の軸要素が接触回転状態にあるか否かを判別することを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 において、

前記電圧印加手段は交流電圧を印加する交流電圧印加手段であることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 において、

前記交流電圧印加手段は、前記第 1 および第 2 の軸要素のうちの一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えており、

前記出力電圧検出手段は、他方の軸要素に近接配置した検出用電極と、この検出用電極に発生する出力電圧を検出する出力電圧検出器とを備えていることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 において、

前記励振用電極および前記検出用電極は、リング型あるいは筒型であることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 4 において、

前記インピーダンス検出回路は、前記検出用電極と接地間にインダクタが直列接続された LC 共振回路であることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 6 において、

前記交流電圧印加手段によって印加される交流電圧の周波数は LC 共振周波数

であることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 18】 請求項 17 において、

前記 LC 共振周波数は、事前に、接触状態および非接触状態における検出電圧波形をモニタし、当該検出電圧波形が最大振幅となるように周波数を調整することにより求められたものであることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 19】 請求項 13 において、

前記交流電圧印加手段は、前記第 1 および第 2 の軸受要素の一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えており、

前記出力電圧検出手段は、前記励振用電極と前記交流電圧源の間に直列接続された抵抗の両端電圧を検出する電圧検出器であることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 20】 請求項 12 ないし 19 のうちのいずれかの項において、

前記異常判別手段は、前記出力電圧検出手段によって検出された出力電圧波形を変換する波形変換回路を備えていることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 21】 請求項 12 ないし 20 のうちのいずれかの項において、

前記軸受は、ハードディスク用モータにおけるロータをステータに対して回転自在の状態で支持している動圧軸受であることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 22】 請求項 21 において、

前記ハードディスク用モータは、ベース板と、ハードディスクが搭載されるディスクハブとを備えており、前記ベース板には前記第 1 及び第 2 の軸受要素の一方であるスリーブが形成され、前記ディスクハブの中心には他方の軸受要素である回転軸が形成されていることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 23】 請求項 21 において、

前記ハードディスク用モータは、ベース板と、ハードディスクが搭載されるディスクハブとを備えており、前記ベース板には前記第 1 及び第 2 の軸受要素の一方である支軸が固定され、是機ディスクハブの中心には他方の軸受要素であるスリーブが形成されていることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 2 4】 請求項 2 2 または 2 3 において、

前記ハードディスク用モータは前記ベース板あるいは前記ディスクハブに近接配置されたモータケースを備えており、このモータケースを、前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 2 5】 請求項 2 4 において、

前記ベース板には、前記回転軸の端面との間で動圧スラスト軸受を構成している軸受要素としてのカウンタプレートが配置されており、

前記カウンタプレートを、前記ベース板から電氣的に絶縁して、前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることを特徴とするモータ軸受監視装置。

【請求項 2 6】 円盤状の記録媒体と、当該記録媒体を回転駆動するディスクモータと、前記記録媒体に対する情報記録および情報再生の少なくとも一方を行なうヘッド手段とを有する記憶装置において、

前記ディスクモータの軸受の状態を検出する状態検出手段と、

この状態検出手段によって検出された軸受の状態に基づき、当該軸受が異常であるか否かを判別する異常判別手段と、

この異常判別手段による判別結果を出力する出力手段と、
を有することを特徴とする記憶装置。

【請求項 2 7】 請求項 2 6 において、

前記出力手段は、前記異常判別手段によって軸受が異常であると判別された場合には、軸受の寿命が近い旨、および前記記録媒体の記憶内容を別の記憶媒体に保存することを指示する旨の情報を出力することを特徴とする記憶装置。

【請求項 2 8】 請求項 2 6 または 2 7 において、

前記軸受が異常の場合に、前記記録媒体の記録内容を書き込み可能なバックアップ用の補助記録媒体を有していることを特徴とする記憶装置。

【請求項 2 9】 請求項 2 8 において、

前記異常判別手段によって前記軸受が異常であると判別された場合に、前記記録媒体の記録内容を前記補助記録媒体に書き込むバックアップ手段を有していることを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 0】 請求項 2 6 ないし 2 9 のうちのいずれかの項において、

前記異常判別手段によって前記軸受が異常であると判別された場合に、前記モータの回転を強制停止させるモータ停止手段を有していることを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 1】 請求項 2 6 ないし 3 0 のうちのいずれかの項において、
前記状態検出手段は、前記軸受のインピーダンスを検出するインピーダンス検出手段であることを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 2】 請求項 2 6 ないし 3 0 のうちのいずれかの項において、
前記状態検出手段は、前記軸受が発生する音響を検出する音響センサであることを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 3】 請求項 2 6 ないし 3 0 のうちのいずれかの項において、
前記状態検出手段は、前記軸受の温度を検出する温度センサであることを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 4】 請求項 2 6 ないし 3 0 のうちのいずれかの項において、
前記状態検出手段は、前記ヘッド手段による前記記録媒体に対する記録あるいは再生時のリトライ回数を検出するリトライ回数検出手段であり、

前記異常判別手段は、検出されたリトライ回数に基づき単位時間当たりの平均リトライ回数を算出し、当該平均リトライ回数が予め設定されている回数を超えた場合には前記軸受が異常であると判別することを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 5】 請求項 2 6 ないし 3 4 のうちのいずれかの項において、
前記出力手段は、表示装置あるいはスピーカであることを特徴とする記憶装置

【請求項 3 6】 請求項 3 1 において、
前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの起動時において前記軸受が接触回転状態から前記非接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている浮上回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 7】 請求項 3 1 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 8】 請求項 3 7 において、

前記軸受の状態検出および異常判別は、一定の時間間隔で行われることを特徴とする記憶装置。

【請求項 3 9】 請求項 3 7 において、

前記軸受の状態検出および異常判別は、前記ヘッド手段による前記記録媒体の記録あるいは再生動作が行われていない時点で行われることを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 0】 請求項 3 1 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 1】 請求項 3 2 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 2】 請求項 4 1 において、

前記モータが定常回転状態にある場合における前記軸受の状態検出および異常

検出は、一定の時間間隔で行われることを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 3】 請求項 4 1 において、

前記モータが定常回転状態にある場合における前記軸受の状態検出および異常検出は、前記ヘッド手段による前記記録媒体の記録あるいは再生動作が行われていない時点で行われることを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 4】 請求項 3 2 において、

前記軸受は、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものであり、

前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 5】 請求項 3 1、3 6、3 7、3 8、3 9 あるいは 4 0 において、

前記インピーダンス検出回路は、前記軸受における前記接触回転状態あるいは非接触回転状態で相対回転する第 1 および第 2 の軸受要素のうちの一方に交流電圧を印加する交流電圧印加手段と、他方からの出力電圧を検出する出力電圧検出手段とを備えており、

前記異常判別手段は、前記出力電圧の変化に基づき、前記第 1 および第 2 の軸要素が接触回転状態にあるか否かを判別することを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 6】 請求項 4 5 において、

前記交流電圧印加手段は、前記第 1 および第 2 の軸要素のうちの一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えており、

前記出力電圧検出手段は、他方の軸要素に近接配置した検出用電極と、この検出用電極に発生する出力電圧を検出する出力電圧検出器とを備えていることを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 7】 請求項 4 6 において、

前記インピーダンス検出回路は、前記検出用電極と接地間にインダクタが直列

接続された LC 共振回路であることを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 8】 請求項 4 5 において、

前記交流電圧印加手段は、前記第 1 および第 2 の軸受要素の一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えており、

前記出力電圧検出手段は、前記励振用電極と前記交流電圧源の間に直列接続された抵抗の両端電圧を検出する電圧検出器であることを特徴とする記憶装置。

【請求項 4 9】 請求項 4 5 ないし 4 8 のうちのいずれかの項において、前記異常判別手段は、前記出力電圧検出手段によって検出された出力電圧波形を変換する波形変換回路を備えていることを特徴とする記憶装置。

【請求項 5 0】 請求項 4 5 ないし 4 9 のうちのいずれかの項において、前記軸受は動圧軸受であることを特徴とする記憶装置。

【請求項 5 1】 請求項 5 0 において、

前記ディスクモータは、ベース板と、前記記録媒体が搭載されるディスクハブとを備えており、前記ベース板には前記第 1 及び第 2 の軸受要素の一方であるスリーブが形成され、前記ディスクハブの中心には他方の軸受要素である回転軸が形成されていることを特徴とする記憶装置。

【請求項 5 2】 請求項 5 1 において、

前記ディスクモータは前記ベース板あるいは前記ディスクハブに近接配置されたモータケースを備えており、このモータケースを、前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることを特徴とする記憶装置。

【請求項 5 3】 請求項 5 1 において、

前記ベース板には、前記回転軸の端面との間で動圧スラスト軸受を構成している軸受要素としてのカウンタプレートが配置されており、

前記カウンタプレートを、前記ベース板から電氣的に絶縁して、前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることを特徴とする記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、モータ軸受の異常や寿命が近づいたことを検出可能なモータ軸受監視装置に関するものである。また、本発明は、かかるモータ監視装置を備えたハードディスクドライブ等の記憶装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

記憶装置、例えばハードディスクドライブは、複数枚のハードディスクが搭載されたディスクモータと、ハードディスクに対する記録および再生を行なうための磁気ヘッドとを有しており、ディスクモータは、ボールベアリング、好ましくは、動圧軸受によってそのロータがステータに対して回転自在の状態で支持されている。

【 0 0 0 3 】

このようなハードディスクドライブにおいて、ディスクモータに異常が発生し、あるいはその寿命が来ると、再生、記録の動作不良が発生する。極端な場合には回転むらやモータロック状態が発生し、情報の記録、再生が不可能になってしまう。

【 0 0 0 4 】

ここで、ディスクモータの動作不良は軸受の異常、その寿命がきたことによって発生する場合が多い。例えば、ボールベアリングを備えている場合には、ボールの摩耗、潤滑剤の枯渇、金属片等の異物混入によって、モータの回転異常が発生する。また、オイル動圧軸受を備えている場合には、潤滑膜を介して非接触回転可能な軸受要素間への金属片等の異物混入、当該軸受要素間のオイルの枯渇、当該軸受要素間の摩耗等によってモータの回転異常が発生する。同様に、空気動圧軸受を備えている場合にも、それらの軸受要素間への異物混入や、当該軸受要素間の摩耗によってモータの回転異常が発生する。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のハードディスクドライブ等の記憶装置は、このようなモータ軸受の異常に起因する動作不良の発生を事前に予測する手段が備わっていない。このために、モータの回転むらやモータロック等といった致命的な障害が発

生した時点で、操作者は動作不良であることに初めて気付くことになる。しかし、このような状態では既に記録データの読み出しが不能な場合が多いという重大な問題が発生する危険性が高い。

【 0 0 0 6 】

ここで、ボールベアリング等の転がり軸受の場合には、油膜切れなどに起因して金属間の摩擦接触状態が発生すると、異音が発生する場合があるので、操作者は異音に気付けば、記録データを移し替える等の情報バックアップを、再生不能状態に陥る前に行なうことが可能である。しかし、異音は必ず発生するものではなく、操作者の聴覚に頼るので確実性が低い。また、動圧軸受では異音の発生は殆ど無いので、操作者の聴覚に頼ることが出来ない。

【 0 0 0 7 】

一方、モータ異常の検出方法としては、モータ駆動電流の上昇をモニターする方法が知られている。しかし、モータ電流の異常上昇は、モータ軸受において金属摩擦接触に起因した焼き付きが始まった後に発生するので、モータ電流の上昇が検出された時点では、既に記録データの再生が不能に近い状態に陥っている場合が多い。従って、この方法では、記録データの移し替え可能な状態でのモータ軸受の異常検出は不可能である。

【 0 0 0 8 】

従って、従来における記憶装置では、モータ軸受異常に起因するモータ動作不良によって記録データの再生が不能に陥り、記録データを消失してしまうという弊害は、半ばやむを得ないことと考えられている。

【 0 0 0 9 】

本発明の課題は、このような従来の問題点に鑑みて、記憶装置等に搭載されているモータの軸受の異常を、動作不能に陥る前に検出可能なモータ軸受監視装置を提案することにある。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の課題は、かかるモータ軸受監視装置を備え、記録データの再生不能を事前に警告可能な記憶装置を提案することにある。

【 0 0 1 1 】

さらに、記録データの再生不能に陥る前に、記録データをバックアップすることのできる記憶装置を提案することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明のモータ軸受監視装置は：モータの軸受の状態を検出する状態検出手段と；この状態検出手段によって検出された軸受の状態に基づき、当該軸受が異常であるか否かを判別する異常判別手段と；この異常判別手段による判別結果を出力する出力手段と；を有することを特徴としている。

【0013】

ここで、前記状態検出手段を、前記軸受のインピーダンスを検出するインピーダンス検出手段とすることができる。すなわち、モータ軸受を構成している相対回転する第1および第2の軸受要素が非接触回転状態の場合には、それらの間に一定のギャップが形成されていると共にそこに流体の膜が形成されているのであるから、それを一定の抵抗および容量として捉えることができ、逆に、接触回転状態の場合には、第1および第2の軸受要素が直接に接触しているので、それらの間には実質的に抵抗および容量が無い状態として捉えることができることに着目し、このような電気的な変化を検出することにより、軸受の回転状態が接触状態か非接触状態化を検出可能である。

【0014】

状態検出手段としては、一般的に知られているAE法（アコースティック・エミッション法）を採用することができ、この場合には、前記軸受が発生する音響を音響センサにより検出すればよい。また、状態検出手段としては、前記軸受の温度を検出する温度センサとすることができる。

【0015】

次に、前記異常判別手段によって、前記軸受が寿命に近いか否かを判別することが望ましい。

【0016】

また、前記出力手段は、パソコン画面や表示ランプ等の表示装置、スピーカ、

ブザー、振動発生装置等とすることができる。

【0017】

前記軸受としては、動圧軸受等に代表されるように、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものを採用できる。この場合、前記状態検出手段がインピーダンス検出手段であるときには、前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの起動時において前記軸受が接触回転状態から前記非接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている浮上回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することができる。

【0018】

あるいは、前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することができる。

【0019】

または、前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することができる。

【0020】

前記状態検出手段が音響センサであるときには、前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することができる。または、前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することができる。

【0021】

ここで、状態検出手段としてのインピーダンス検出手段を、前記軸受における前記接触回転状態あるいは非接触回転状態で相対回転する第1および第2の軸受要素のうちの一方に交流電圧等の電圧を印加する電圧印加手段と、他方からの出力電圧を検出する出力電圧検出手段とを備えた構成とすることができる。この場合、前記異常判別手段は、前記出力電圧の変化に基づき、前記第1および第2の軸要素が接触回転状態にあるか否かを判別する。

【0022】

また、前記電圧印加手段が交流電圧印加手段の場合、これを、前記第1および第2の軸要素のうちの一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えた構成とすることができ、前記出力電圧検出手段を、他方の軸要素に近接配置した検出用電極と、この検出用電極に発生する出力電圧を検出する出力電圧検出器とを備えた構成とすることができる。各電極はリング型あるいは筒型とすることができる。

【0023】

この場合、前記インピーダンス検出回路を、前記検出用電極と接地間にインダクタが直列接続されたLC共振回路とすることができる。この場合には、印加する交流電圧の周波数をLC共振周波数に合わせることが望ましい。このようなLC共振周波数は、事前に、接触時および非接触時における検出出力電圧をモニタし、それが最大振幅となるように周波数を調整することにより求めることができる。

【0024】

電極を一つとする場合には、前記交流電圧印加手段を、前記第1および第2の軸受要素の一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えた構成とし、前記出力電圧検出手段を、前記励振用電極と前記交流電圧源の間に直列接続された抵抗の両端電圧を検出する電圧検出器とすればよい。

【0025】

なお、前記異常判別手段は、前記出力電圧検出手段によって検出された出力電圧波形を変換する波形変換回路を備え、波形解析による異常判別を精度良く行な

う得るようにすることが望ましい。

【0026】

次に、監視対象の前記軸受としては、ハードディスク用モータにおけるロータをステータに対して回転自在の状態で支持している動圧軸受を挙げることができる。

【0027】

この場合、前記ハードディスク用モータは、ベース板と、ハードディスクが搭載されるディスクハブとを備えており、前記ベース板には前記第1及び第2の軸受要素の一方であるスリーブが形成され、前記ディスクハブの中心には他方の軸受要素である回転軸が形成されている構成のものとすることができる。逆に、ベース板に一方の軸受要素としての支軸が固定され、ディスクハブの中心に他方の軸受要素としてのスリーブが形成された構成のものとすることもできる。

【0028】

また、前記ハードディスク用モータが前記ベース板あるいは前記ディスクハブに近接配置されたモータケースを備えている場合には、このモータケースを、インピーダンス検出用の前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることができる。

【0029】

また、前記ベース板に、前記回転軸の端面との間で動圧スラスト軸受を構成している軸受要素としてのカウンタプレートが配置されている場合には、前記カウンタプレートを、前記ベース板から電氣的に絶縁して、前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることができる。

【0030】

一方、本発明は、円盤状の記録媒体と、当該記録媒体を回転駆動するディスクモータと、前記記録媒体に対する情報記録および情報再生の少なくとも一方を行なうヘッド手段とを有する記憶装置に関するものであり、本発明による記憶装置は：前記ディスクモータの軸受の状態を検出する状態検出手段と；この状態検出手段によって検出された軸受の状態に基づき、当該軸受が異常であるか否かを判別する異常判別手段と；この異常判別手段による判別結果を出力する出力手段と

；を有することを特徴としている。

【0031】

ここで、前記出力手段は、前記異常判別手段によって軸受が異常であると判別された場合には、軸受の寿命が近い旨、および前記記録媒体の記憶内容を別の記憶媒体に保存することを指示する旨の情報を出力することが望ましい。操作者はかかる出力に基づき、記憶内容の再生が不能な状態に陥る前に記憶内容をバックアップすることができる。

【0032】

また、前記軸受が異常の場合に、前記記録媒体の記録内容を書き込み可能なバックアップ用の補助記録媒体を有していることが望ましい。かかる補助記録媒体を備えれば、別個の記録媒体を用意してバックアップを行なう必要がないので便利である。

【0033】

さらに、前記異常判別手段によって前記軸受が異常であると判別された場合に、前記記録媒体の記録内容を前記補助記録媒体に書き込むバックアップ手段を有していれば、操作者の手をわずらわすことなく、記録媒体の記録内容のバックアップをとることができるので便利である。

【0034】

さらにまた、前記異常判別手段によって前記軸受が異常であると判別された場合に、前記モータの回転を強制停止させるモータ停止手段を有していれば、モータロック等の致命的な弊害の発生を回避できる。

【0035】

ここで、前記状態検出手段を、前記軸受のインピーダンスを検出するインピーダンス検出手段とすることができる。あるいは、前記軸受が発生する音響を検出する音響センサとすることができる。または、前記軸受の温度を検出する温度センサとすることができる。

【0036】

この代わりに、前記状態検出手段を、前記ヘッド手段による前記記録媒体に対する記録あるいは再生時のリトライ回数を検出するリトライ回数検出手段とし、

前記異常判別手段を、検出されたりトライ回数に基づき単位時間当たりの平均リトライ回数を算出し、当該平均リトライ回数が予め設定されている回数を超えた場合には前記軸受が異常であると判別するように構成することもできる。

【 0 0 3 7 】

次に、前記出力手段を、パソコン画面や表示ランプ等の表示装置、スピーカ、ブザー、振動発生装置などとすることができる。

【 0 0 3 8 】

次に、前記軸受が、所定回転数以上の状態では、流体の膜を介して非接触回転状態が形成されるものである場合には、前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの起動時において前記軸受が接触回転状態から前記非接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている浮上回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することができる。

【 0 0 3 9 】

また、前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することができる。

【 0 0 4 0 】

この場合、前記軸受の状態検出および異常判別を、一定の時間間隔で行なうことができる。また、前記軸受の状態検出および異常判別を、前記ヘッド手段による前記記録媒体の記録あるいは再生動作に支障を来すことが無いように、記録あるいは再生時には行なわないようにすることが望ましい。

【 0 0 4 1 】

次に、前記異常検出手段は、前記インピーダンスの変化に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することができる。

【 0 0 4 2 】

一方、前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータが定常回転状態において前記軸受が接触回転状態にあるか否かを判別し、接触回転状態にある場合、あるいは接触回転状態が瞬間的に繰り返し発生する場合には、前記軸受が異常であると判別することができる。

【 0 0 4 3 】

この場合においても、前記モータが定常回転状態にある場合における前記軸受の状態検出および異常検出を、一定の時間間隔で行なうことができる。また、前記モータが定常回転状態にある場合における前記軸受の状態検出および異常検出は、前記ヘッド手段による前記記録媒体の記録あるいは再生動作が行われていない時点で行なうことが望ましい。

【 0 0 4 4 】

また、前記異常検出手段は、前記音響センサの出力に基づき、前記モータの停止時において前記軸受が前記非接触回転状態から接触回転状態に切り換わる時点を判別し、当該時点におけるモータ回転数が予め設定されている接触回転数よりも高い場合には前記軸受が異常であると判別することができる。

【 0 0 4 5 】

次に、前記状態検出手段としてインピーダンス検出手段を採用している場合には、当該インピーダンス検出手段を、前記軸受における前記接触回転状態あるいは非接触回転状態で相対回転する第 1 および第 2 の軸受要素のうち的一方に交流電圧を印加する交流電圧印加手段と、他方からの出力電圧を検出する出力電圧検出手段とを備えた構成とし、前記異常判別手段を、前記出力電圧の変化に基づき、前記第 1 および第 2 の軸要素が接触回転状態にあるか否かを判別するように構成することができる。

【 0 0 4 6 】

ここで、前記交流電圧印加手段を、前記第 1 および第 2 の軸要素のうち的一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えた構成とし、前記出力電圧検出手段を、他方の軸要素に近接配置した検出用電極と、この検出用電極に発生する出力電圧を検出する出力電圧検出器とを備えた構成とすることができる。

【 0 0 4 7 】

また、前記インピーダンス検出回路を、前記検出用電極と接地間にインダクタが直列接続された LC 共振回路とすることができる。

【 0 0 4 8 】

ここにおいて、前記交流電圧印加手段を、前記第 1 および第 2 の軸受要素の一方に近接配置した励振用電極と、この励振用電極に交流電圧を印加する交流電圧源とを備えた構成とし、前記出力電圧検出手段を、前記励振用電極と前記交流電圧源の間に直列接続された抵抗の両端電圧を検出する電圧検出器とすれば、電極数を減らすことができる。

【 0 0 4 9 】

一方、波形解析による異常判別を精度良く行なうためには、前記異常判別手段は、前記出力電圧検出手段によって検出された出力電圧波形を変換する波形変換回路を備えていることが望ましい。

【 0 0 5 0 】

次に、前記軸受は動圧軸受であることが望ましい。この場合、前記ディスクモータとして、ベース板と、前記記録媒体が搭載されるディスクハブとを備えており、前記ベース板には前記第 1 及び第 2 の軸受要素の一方であるスリーブが形成され、前記ディスクハブの中心には他方の軸受要素である回転軸が形成された構成のものを採用することができる。

【 0 0 5 1 】

また、この場合、前記ディスクモータが前記ベース板あるいは前記ディスクハブに近接配置されたモータケースを備えている場合には、このモータケースを、前記インピーダンス検出手段における前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることができる。

【 0 0 5 2 】

さらに、前記ベース板に、前記回転軸の端面との間で動圧スラスト軸受を構成している軸受要素としてのカウンタプレートが配置されている場合には、前記カウンタプレートを、前記ベース板から電氣的に絶縁して、前記インピーダンス検出手段における前記励振用電極あるいは前記検出用電極として用いることができ

る。

【 0 0 5 3 】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明を適用したモータ軸受監視装置が組み込まれているハードディスクドライブの実施例を説明する。本例のハードディスクドライブは、オイル動圧軸受が組み込まれたディスクモータを備えている。

【 0 0 5 4 】

図 1 は、本例のハードディスクドライブの断面構成を制御系と共に示す概略構成図であり、図 2 はその平面構成を示す概略構成図である。本例のハードディスクドライブ 1 は、ディスクモータ 2 と、このディスクモータ 2 によって回転駆動される複数枚の磁気ディスク 3 と、磁気ディスク 3 に対して情報の記録および再生を行なうための磁気ヘッド 4 を備えており、これらの各部分は、上方に開口している扁平なカップ状のベース 5 と、この上側開口を封鎖している蓋 6 とによって区画形成されるモーターケース内に組み込まれている。

【 0 0 5 5 】

このハードディスクドライブ 1 は、パーソナルコンピュータ 7 に内蔵あるいは外付けされており、パーソナルコンピュータ 7 により駆動回路 8 を介して記録、再生が行われる。

【 0 0 5 6 】

本例のディスクモータ 2 は、ベース 5 に一体形成された直立状態のスリーブ 1 1 と、このスリーブ 1 1 に回転自在の状態と同軸状態に挿入されている回転軸 1 2 とを備えている。回転軸 1 2 の上端部分はスリーブ 1 1 から上方に突き出ており、この上端部分には、下方に開口した略カップ状のディスクハブ 1 3 が同心状態に固着されている。このディスクハブ 1 3 の外周部分に、クランパ 1 4 によって、磁気ディスク 3 が搭載されている。

【 0 0 5 7 】

ディスクハブ 1 3 の下端部分の内周面にはリング状のロータ 1 5 が装着されており、このロータ 1 5 に取り囲まれる状態で、ベース 5 の側にはステータコアおよびコイルからなるステータ 1 6 が取り付けられている。

【0058】

ここで、回転軸12の外周面とスリーブ13の内周面の間には、動圧発生用の溝が形成されていると共に潤滑油が充填されて、動圧軸受が構成されている。また、回転軸12の下端部にはリング状のスラスト軸受部材17が固着されており、このスラスト軸受部材17の下面と、ベース5側に取り付けたカウンタプレート18の上面との間にも動圧スラスト軸受が形成されている。従って、本例のディスクモータ2では、回転軸12およびスラスト軸受部材17が、動圧軸受を構成している第1および第2の軸要素のうち的一方として機能し、スリーブ11およびカウンタプレート18が他方の軸受要素として機能する。

【0059】

モータ2を駆動して回転軸12を回転させると、回転軸12とスリーブ11の間、および回転軸12とカウンタプレート18の間に潤滑油による動圧が発生する。回転数がある値（浮上回転数）を超えると、回転軸12がスリーブ11およびカウンタプレート18から浮上して、当該回転軸12が非接触状態で回転する。回転数が低下して所定の値（接触回転数）を下回ると、再び回転軸12がスリーブ11およびカウンタプレート18に接触した状態で回転する（接触回転状態）。このような動圧軸受機構は公知であるので、その詳細な構造および作用については説明を省略する。

【0060】

なお、モータ各部分は次のような素材から一般的に形成されている。ベース5はアルミニウム製であり、スリーブ11は銅あるいはステンレススチール製であり、回転軸12はステンレススチール製であり、スラスト軸受部材17は銅あるいはステンレススチール製であり、カウンタプレート18はステンレススチール製である。

【0061】

次に、本例のハードディスクドライブ1には、その動圧軸受部分の回転状態を監視して、異常発生時にはその旨を表示するモータ軸受監視装置20が備わっている。本例のモータ軸受監視装置20は、動圧軸受部分の回転状態を検出する状態検出回路21と、ここからの検出出力に基づき動圧軸受部分が異常であるか否

かを判別する異常判別回路 2 2 と、異常発生時にはその旨を表示する表示装置 2 3 とを備えている。これらの各回路部分は、パーソナルコンピュータ 7 によって駆動制御されるようになっている。さらに、本例では、パーソナルコンピュータ 7 の制御の下に、異常発生時には磁気ディスク 3 の記録内容を読み替えるためのバックアップ用メモリ 2 4 を備えている。

【 0 0 6 2 】

モータ軸受監視装置 2 0 は、ディスクモータ 2 の動圧軸受部分の接触状態および非接触状態をインピーダンス変化として検出するものであり、本例では、抵抗および容量変化に基づき検出している。

【 0 0 6 3 】

すなわち、動圧軸受部分に使用されている潤滑油は、体積抵抗率が 10^8 ないし $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度であり、回転軸 1 2 が浮上している状態（非接触回転状態）での油膜部分の電気抵抗は数 M ないし数百 M Ω となる。また、浮上時には絶縁体としての潤滑油を挟み、回転軸 1 2 とスリーブ 1 1 が近接した状態、換言すると金属同士が近接した状態になるので、数百 p F 程度の静電容量を持つことになる。

【 0 0 6 4 】

これに対して、接触回転状態では短絡状態になり、抵抗値が数 K Ω 以下となるので、抵抗および静電容量が共に変化する。本例のモータ軸受監視装置 2 0 は、これらの抵抗および容量の変化を非接触状態で検出することにより、回転軸 1 2 が接触回転状態にあるか否か、その接触回転数、および異常回転であるか否かを検査可能となっている。

【 0 0 6 5 】

図 1 および図 3 を参照して説明すると、本例のモータ軸受監視装置 2 0 の状態検出回路 2 1 は、励振用電極 3 1 と、検出用電極 3 2 と、励振用電極 3 1 に交流電圧を印加する交流電圧源 3 3 と、検出用電極 3 2 から得られる検出電圧を異常判別回路 2 2 に出力するための電圧検出器 3 4 を有している。励振用電極 3 1 は、ディスクモータ 2 のベース 5 に近接配置したリング状の電極であり、当該電極 3 1 とベース 5 の間に交流電圧を印加して電界を発生させるためのものである。

この電極 3 1 の内周面は同軸状態でディスクハブ 5 の外周面に対峙している。

【 0 0 6 6 】

本例の検出用電極 3 2 は蓋 6 で兼用している。すなわち、蓋 6 の内側表面にはプラスチック等からなる絶縁膜 6 a が形成され、ベース 5 とは電氣的に絶縁されていると共に、当該蓋 6 は絶縁膜 6 a を介して、回転軸 1 2 およびディスクハブ 1 3 の上端面に近接配置されている。この検出用電極 3 2 は直列接続されたインダクタ L 1 を介して接地されている。このインダクタ L 1 に発生する電圧が電圧検出器 3 4 によって検出される。

【 0 0 6 7 】

ここで、図 3 および図 4 に示すように、励振用電極 3 1 および検出用電極 3 2 を用いて、動圧軸受部分は、抵抗 R 1 と、容量 C 1 と、接触および非接触状態を表わすスイッチ S W が並列接続された回路構成と等価であるように構成されている。また、電極 3 1 はベース 5 およびディスクハブ 1 3 に近接配置されているので、それらの間は所定の静電容量を持ったコンデンサ C 5、C 2 に置き換えることができ、同様に、電極 3 2 (蓋 6) はディスクハブ 1 3 に近接配置されているので、それらの間は所定の静電容量を持ったコンデンサ C 4 に置き換えることができる。さらに、電極 3 1、3 2 間も同様に所定容量のコンデンサ C 3 に置き換えることができる。従って、本例の状態検出回路 2 1 は、図 4 に示すような等価回路からなるインピーダンス検出回路である。

【 0 0 6 8 】

次に、図 5 のフローチャートおよび図 6、図 7 の信号波形図を参照して、本例のハードディスクドライブ 1 におけるモータ軸受監視動作を説明する。まず、交流電圧電源 3 3 を駆動して、電極 3 1 およびベース 5 の間に交流電圧を印加する。なお、交流電圧波形としては正弦波、矩形波、鋸歯状波等の各種の交流電圧波形を採用することができる。

【 0 0 6 9 】

これにより、交流電圧印加によって電界が発生し、ディスクハブ 1 3 に入った電気力線は、当該ディスクハブ 1 3 を経由して、近接配置されている電極 3 2 の側に流れると共に、動圧軸受部分 (S W、R 1、C 1) およびベース 5 を介して

接地側に流れる。電極 3 2（蓋 6）の側に流れた電気力線成分はインダクタ L 1 を介して接地側に流れる。このインダクタ L 1 に発生する電圧が、電圧検出器 3 4 によって検出される。

【0070】

なお、インダクタ L 1 の電圧をオシロスコープで測定しながら、交流電圧の周波数を共振点に合わせるように調整することにより、検出電圧の検出感度を高めることができる。換言すると、本例のインピーダンス検出回路は、LC 共振回路構成とされている。このような周波数調整は、モータ 2 の停止中および回転中のいずれで行なってもよい。また、LC 共振回路を得るためには、インダクタンスを調整するようにしてもよい。

【0071】

電圧検出器 3 で検出された出力電圧は異常判別回路 2 2 に供給される。異常判別回路 2 2 では、ディスクモータ 2 が起動すると、その動圧軸受部分が接触回転状態から非接触回転状態に切り換わる時点を検出電圧波形に基づき判別し、その時のモータ回転数（浮上回転数）を求める（図 5 のステップ S T 1 - 1）。また、ディスクモータ 2 が定常回転状態にある場合に、動圧軸受部分の回転状態（接触回転状態にあるか非接触回転状態にあるのか）を、同じく出力電圧波形に基づき判別する（ステップ S T 1 - 2）。さらには、ディスクモータ 2 の停止時には、その後のモータ慣性回転時において、動圧軸受部分が非接触回転状態から接触回転状態に移行する時点を判別し、その時点のモータ回転数（接触回転数）を求める（ステップ S T 1 - 3）。

【0072】

図 6 および図 7 に示す検出電圧波形 S（1）、S（2）は、それぞれ、定常回転状態から停止するまでの間に得られる波形例であり、モータ回転数（タコメータの場合は出力電圧）の変化曲線と共に示してある。

【0073】

これらの波形図を参照して説明すると、ディスクモータ 2 が定常回転状態では（時点 A から B の区間）、動圧軸受部分に発生する動圧によって回転軸 1 2 が浮上した非接触回転状態になる。この非接触回転状態は、図 3（b）に示すように

スイッチSWが開いた場合と等価である。この状態では、ディスクハブ13に入り込んだ電気力線の大多数の成分が、検出用電極32（蓋6）に入り込みインダクタL1を介して接地側に流れる。従って、検出電圧は大きく、その電圧波形S（1）、S（2）の振幅が大きい。

【0074】

ディスクモータ2の駆動を止めて惰性回転状態の移行した後も、回転軸12が浮上した非接触回転状態が継続する間は、同様な検出出力電圧が得られる（時点Bから時点Cまでの区間）。

【0075】

時点Cにおいて回転軸12がスリーブ11あるいはカウンタプレート18に接触して接触回転状態に移行すると、図3（a）に示すようにスイッチSWが閉じた場合と等価になる。この状態では、ディスクハブ13に入り込んだ電気力線の大多数の成分が、スイッチSWおよびベース5を経由して接地側に流れだす。この結果、検出用電極32（蓋6）による検出電圧が急激に小さくなり、したがって、その電圧波形S（1）、S（2）の振幅も大幅に小さくなる。

【0076】

異常判別回路22では、予め記憶されている浮上回転数および接触回転数に、検出された実際の浮上回転数および接触回転数をそれぞれ比較し、実際に得られた回転数が記憶されている回転数よりも高い場合には、動圧軸受部分に異常が発生したものと判別して（図5のステップST2）、その旨を、パーソナルコンピュータ7を介して、表示装置23に表示させる。また、表示装置23に、ハードディスクの記録内容のバックアップをとるようにとのメッセージも表示させる（図5のステップST3-2）。

【0077】

ここで、異常が検出された場合には、その旨を表示装置23に表示して、自動的にバックアップ用のメモリ24にハードディスクの記録内容のバックアップをとるようにしてもよい（図5のステップST3-3）。また、パーソナルコンピュータ7のスピーカ機能を利用して、あるいは、ブザー等を別途取り付けておき、異常が発生した旨の警報を発生するようにしてもよい（図5のステップST3

ー1)。勿論、視覚、聴覚に訴える代わりに、あるいはこのような警報出力と併用して、例えば、振動器を配置しておき、振動を発生させてこのような異常事態を警告するようにしてもよい。

【0078】

なお、異常が検出されない場合には、上記のような警報出力はおこなわれませんが、例えば、表示装置23の画面上にハードディスクドライブの状態表示欄を形成しておき、そこに、「OK」表示を常に出力しておいてもい(図5のステップST4)。

【0079】

次に、図7を参照して、定常回転状態における異常検出について説明する。かかる場合における異常回転状態の典型例としては、動圧軸受部分に金属粉等の異物が侵入している場合がある。この場合には、ディスクモータ2が定常回転状態にある場合には、回転軸12は非接触状態にある筈であるが、異物のために、不規則な状態で瞬時的に接触状態に切り換わり、それに対応する検出電圧が出力されることになる。

【0080】

この場合、図7に示すように、定常駆動回転状態(浮上あるいは非接触回転状態)において、検出電圧波形S(2)に、瞬間的に振幅の小さな波形部分s1、s2が現れる。従って、異常判別回路22では、このような波形部分を検出すると、軸受が異物混入により異常回転状態にあると判別して、異常が発生した旨をパーソナルコンピュータ7に出力する。

【0081】

異常回転状態としては、異物混入以外の原因によるものがある。例えば、回転軸12とスリーブ11の製造誤差、組み付け誤差等によって偏心回転等が発生すると、それらが周期的に瞬間接触する場合がある。この場合には、定常回転状態において、上記のような波形部分s1、s2が周期的(規則的)に発生する。本例の異常判別回路22では、このような場合にも、異常が発生した旨の信号をパーソナルコンピュータ7に出力するようになっている。

【0082】

ここで、このような異常回転状態を表わす波形部分は瞬間的に発生するので、検出電圧波形 S をそのまま、異常判別回路 22 において波形解析しても、精度良く異常判別ができない場合がある。また、前述の接触回転数の検出の場合においても、モータ回転数が低下して、軸受が接触回転数に到ると、短時間の断続的な接触から徐々に接触時間が長くなり、定常的な接触回転状態に移行する。接触回転数としては最初に現れる瞬時的な接触が始まる時点のものを採用する必要がある。従って、検出電圧波形をそのまま用いた場合には、波形解析によって精度良く接触回転数を検出できないおそれがある。

【0083】

かかる弊害を回避するためには、例えば、図 7 に示すように、検出電圧波形 S (2) を波形変換して、電圧波形 S b のように振幅の大小関係を逆転させると共に、その振幅差を増幅すれば、不定期に発生する波形部分 s 1 b、s 2 b を見落とすことなく識別できる。また、接触回転数検出に当たっても、最初の瞬時の接触位置である波形部分 s 3 b を見落とすことなく識別できる。このような波形変換方法としては、AM 復調回路、位相差検出回路、エンベロープ回路等を用いた公知の波形変換、整形方法を利用することができる。

【0084】

なお、本例のモータ軸受監視装置 20 では、ディスクモータ 2 に対して非接触状態でその動圧軸受部分の検査を行なっている。従って、塵等が磁気ディスクやその他のモータ部品に付着してそこを汚染してしまうという弊害を回避できる。

【0085】

勿論、動圧軸受部分のインピーダンスを検出可能なインピーダンス検出回路としては、モータ部品、例えばディスクハブ 13 に接点を接触させる構成を採用することは可能である。例えば、回転軸 12 の上端部分の外周面に対して、ブラシ状の電極を接触させることにより、近接配置した電極 32 の代わりとすることができる。

【0086】

また、モータが定常回転状態における軸受の状態検出および異常判別は、一定時間毎に行なえば良い。さらに、磁気ヘッド 4 による再生、記録動作に支障を来

すことのないように、当該磁気ヘッド4が駆動している時には状態検出、すなわち、交流電圧の印加を行なわないようにすることが望ましい。

【0087】

(インピーダンス検出回路の別の例)

上記のモータ軸受監視装置20のインピーダンス検出回路(22)では、動圧軸受部分の抵抗および容量の変化を検出するようにしているが、抵抗変化のみ、又は静電容量変化のみを検出するように構成することもできる。さらに、検出用電極32を用いずに励振用電極31のみによっても検出できる。

【0088】

図8、図9には、抵抗変化のみに基づき動圧軸受部分の回転状態を検出するためのモータ軸受監視装置20における電極配置位置の説明図、および回路構成を示してある。この場合には、電極としては、交流電圧をディスクハブ13に印加するための励振用電極32a(蓋6)のみを備えていればよい。この電極32aは、容量C2を介してディスクハブ13に近接配置されている。この電極32aと交流電圧源33との間には抵抗R2が直列接続されている。電圧検出器34は、抵抗R2の両端電圧を検出する。なお、これらの図において図1ないし図4における各部分と対応する部位には同一符号を付し、それらの説明を省略する。

【0089】

このように構成した場合の等価回路は図9(a)に示す通りであり、回転軸12が接触回転状態の時は、図7(b)に示すように、電極32aからコンデンサC2を介してディスクハブ13に流れ込んだ電気力線は、その大部分の成分がベース5を介して接地側に流れるので、抵抗R2には大電流が流れ、その両端電圧が大きな値となる。逆に、回転軸12が非接触状態では、図9(c)に示すように、スイッチSWがオフして、回路が実質的に遮断状態になるので、抵抗R2に流れる電流は少なく、したがって、検出電圧も極めて小さなものになる。

【0090】

図10には、図6における場合と同様な状態でディスクモータ2を駆動した場合における検出電圧波形Saを、モータ回転数曲線と共に示してある。各時点AないしDの状態は図6における場合と同様である。検出電圧波形Saは、図6に

示す検出電圧波形 S とは逆に、非接触回転状態では小さく、接触回転状態に切り換わると急激に大きくなる。

【0091】

なお、図 8 ないし 10 に示すような抵抗変化のみを検出する構成の場合には、図 1 ないし 5 に示す構成に比べて、検出が容易であり、また、電極数を 1 つとすれば（本例の場合には電極 31 を省略できるので）、回路構成を単純化できるという利点を得られる。

【0092】

また、上記の説明では、ディスクハブ 13 の側に交流電圧を印加するようにしているが、ベース 5 の側に交流電圧を印加するようにしてもよい。また、非接触タイプの電極の代わりに、検出用端子を接触させて検出する場合には、交流電圧でなく直流電圧を印加するようにしてもよい。

【0093】

さらに、ディスクハブ 13 に磁気ディスク 3 が搭載された状態では、当該磁気ディスクによって、電極 32a とベース 5 の間が確実にシールドされるという効果も得られる。

【0094】

（電極構造の変形例）

ここで、上記の各例では、電極 32、32a を蓋 6 と兼用しているが、蓋 6 に別部材として構成した電極を取り付けるようにしてもよい。例えば、図 11（a）に示すように、蓋 6 の内側表面におけるディスクハブ 13 の上端面に対峙している部分に、絶縁性の粘着剤層 41 を介して電極板 42 を貼り付けた構成とすることができる。

【0095】

また、図 11（b）に示すように、蓋 6 におけるディスクハブ 13 に対峙している部分をディスクハブ上端面の側に突出させ、当該突出部分 6b の内側表面に絶縁性の粘着剤層 43 を介して電極板 44 を貼り付けた構成とすることもできる。

【0096】

さらに、図1、2に示す構造のディスクモータ2の場合には、そのカウンタプレート18を電極として利用することもできる。

【0097】

この場合には、図12において斜線50で示すように、スリーブ11とカウンタプレート18の間を電氣的に絶縁しておき、状態検出回路21の電気接点51を、カウンタプレート18の裏面18aに接触させる構成とすればよい。なお、このカウンタプレート18は、上記の各例における励振用電極31、31aとして用いることもできるし、検出用電極32として用いることもできる。

【0098】

(状態検出回路の別の例)

上記の状態検出回路は、動圧軸受部分のインピーダンス変化に基づき、動圧軸受部分の状態を検出しているが、この代わりに、次のようにして動圧軸受部分の回転状態を検出することができる。

【0099】

まず、動圧軸受の接触回転数の測定のために一般的に採用されているAE (Acoustic Emission) 法を利用することができる。このAE法とは、金属接触によって発生する音響エネルギーを振動センサで検出して電圧に変換する方法である。かかる検出方法は、例えば、特開平10-307081号公報に開示されている。また、このAE法は、軸受一般の損傷状態や寿命を測定するための軸受診断方法としても採用されており、このような方法は、例えば、特開平8-159151号公報、同7-134063号公報に開示されている。

【0100】

図13には、AE法によって、オイル動圧軸受を備えたモータ、例えば図1、2に示す構造のディスクモータ2から得られるAE波形の一例を、モータ回転数の変化状態と共に示してある。AE波形は、モータ軸受部分からAEセンサによって検出される振動の強さを電圧に変換して、オシロスコープの画面上で観察される。なお、モータ回転数はタコメータによる回転数計測値(タコメータ電圧値)である。

【0101】

モータが定常回転している状態（図の時点AからBまでの区間）では、モータ駆動電流のスイッチングノイズが圧倒的に優勢であるので、軸受部分で発生する接触音の検出が困難である。従って、異常判別は、モータ駆動を停止してから、惰性回転が停止するまでの間（図の時点Bから時点Dまでの区間）に実施すればよい。

【0102】

駆動を停止した時点B以後においてはスイッチングノイズが無くなるので、AEセンサは実質的に軸受部分から発生する振動エネルギーのみを検出可能となる。駆動停止直後から或る程度回転数が低下するまでの間（図の時点Bから時点Cまでの区間）では、軸受部分は油膜によって浮上した状態が維持されるので、検出される振動エネルギーレベルは非常に低く、したがって、検出波形の振幅も小さい。

【0103】

しかるに、回転数が低下して時点Cを超えると、油膜による浮上力がもはや軸受回転部分の重量を支えきれなくなり、軸受回転部分が非接触回転状態から接触回転状態に移行する。この結果、接触音が発生するので、軸受部分から検出されるAE波形の振幅が増加する。この後は、AE波形の振幅は回転数の低減と共に減少して、回転が完全に止ると共に零になる（図の時点D）。

【0104】

したがって、かかるAE波形を波形解析することにより、異常判別回路22において、接触回転数の検出、それに基づく、異常回転状態の有無を判別できる。また、定常回転状態においても、モータ駆動電流に起因するノイズを除去できれば、AE波形に基づき、異常回転状態を判別可能である。

【0105】

このようなAE波形に基づく場合も、例えば、図14に示すような異常判別動作によって、操作者に異常状態を警告できると共に、ハードディスクの記録内容のバックアップをとることも可能である。

【0106】

次に、モータ軸受部分の異常を検出する方法としては、軸受部分の温度を検出

し、それに基づき、軸受が異常であるか否かを判別する方法がある。すなわち、多くのモータでは、そのロックが発生する原因は、軸受部分の無潤滑での金属摺動に起因する焼き付きである。焼き付きが発生すると、金属摺動部分が高温状態になるので、この温度上昇を検出することにより軸受部分の異常発生を検出できる。

【0107】

この場合には、例えば、図1、2に示すディスクモータ2の場合には、状態検出回路21を、その回転軸12あるいはスリーブ11の近傍に配置した温度センサとし、異常判別回路22では、検出温度を、予め記憶されている判別用温度と比較して、判別用温度よりも高温の場合には軸受部分が異常であるとの判別を行なうようにすればよい。この場合における異常判別動作の例を、図15に示してある。

【0108】

次に、ハードディスクドライブ1の場合には、そのモータ軸受部分の異常検出方法として、磁気ヘッド4によるリトライ回数に基づく方法も採用することができる。すなわち、軸受部分に異常が発生すると、回転振れが大きくなるので、磁気ヘッド4のトラッキングエラーが増加する。この結果、磁気ディスク3に対する書き込み、読み出しに失敗して再度、書き込み、読み出しを行なうリトライ回数が増加する。

【0109】

従って、モータ軸受監視装置20における状態検出回路21では、このリトライ回数を検出し、異常判別回路22では、リトライ回数の単位時間当たりの平均リトライ回数を算出し、この平均リトライ回数が、予め設定されている回数を上回った時に、軸受が異常であるとの判別を行なうようにすればよい。この場合における異常判別動作の例を、図16に示してある。

【0110】

(監視対象の軸受)

上記の説明は、オイル動圧軸受の異常判別に適用した例についてであるが、監視対象の軸受としては、オイル以外の流体、例えば、水、空気等の高抵抗の液体

、気体を用いた動圧軸受であってもよい。さらに、動圧軸受以外の軸受でもよい。例えば、固体潤滑材等を含む焼結体からなる焼結軸受等の滑り軸受、転動体が挿入された構成のボールベアリング等の転がり軸受における異常回転を監視するために、本発明を適用できることは勿論である。

【0111】

また、上記の例はハードディスクドライブに組み込まれているモータの動圧軸受の監視のために本発明を適用した例であるが、その他の各種機器の軸受部分を監視するために本発明を適用することができる。例えば、ポリゴンミラーを回転させながら走査を行なう光走査装置の回転部分、複写装置の感光ドラム等の回転部分、油循環用のポンプ等の回転部分の監視のために本発明を適用することもできる。

【0112】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のモータ軸受監視装置では、モータ軸受部分の状態を監視し、その異常を判別し、異常発生時にはその旨の警告を出力するように構成されている。従って、本発明によれば、モータロック等の致命的な弊害発生を予測して、そのような弊害を未然に防止することが可能になる。

【0113】

また、本発明の記憶装置では、そのモータ軸受部分の異常が検出されると、その旨の警告を出力すると共に、記憶内容のバックアップをとることを促すメッセージを出力できるので、モータロックが発生して記憶データの再生が不能になるなどの致命的な弊害を回避できる。さらに、異常発生時には、バックアップ用の補助記録媒体によって記録データのバックアップが自動的にとられるので、極めて安全かつ便利である。

【0114】

さらに、本発明では、動圧軸受等における回転異常状態を、それらの間の電気的特性、すなわち、抵抗、容量等のインピーダンスが変化することに着目し、このインピーダンス変化に基づき、軸受の接触回転数（浮上回転数）や、異常回転状態を検査するようにしている。従って、軸受の異常等を、精度良く検出するこ

とができる。

【0115】

また、インピーダンス変化に基づく軸受の異常判別では、軸受の状態を非接触状態で検出することができるので、ハードディスクドライブ等のモータ軸受を監視する場合に、監視装置側の電極をモータ部品側に接触させることに起因する塵付着等の汚染も防止できるという利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明によるモータ軸受監視装置が組み込まれたハードディスクドライブの一例を示す概略構成図である。

【図2】

図1のモータの平面構成を示す概略構成図である。

【図3】

図1のモータ軸受監視装置のインピーダンス検出回路を示す説明図であり、(a)は軸受が接触回転状態の場合の回路図であり、(b)は非接触回転状態の回路図である。

【図4】

図1のモータ軸受監視装置のインピーダンス検出回路の等価回路図である。

【図5】

図1のモータ軸受監視装置による軸受異常の判別動作を示す概略フローチャートである。

【図6】

図1のモータ軸受監視装置により得られる検出電圧波形を、モータ回転数と共に示す信号波形図である。

【図7】

異物混入に起因する異常回転時に、図1のモータ軸受監視装置により得られる検出電圧波形と、その波形変換後の波形とを、モータ回転数と共に示す信号波形図である。

【図8】

図 1 のモータ軸受監視装置の別の例を説明するためのモータ半断面図である。

【図 9】

図 8 のモータ軸受監視装置のインピーダンス検出回路を示す等価回路、軸受が接触回転状態における回路図、および軸受が非接触回転状態における回路図である。

【図 1 0】

図 8 のインピーダンス検出回路から得られる検出電圧波形を、モータ回転数と共に示す信号波形図である。

【図 1 1】

図 1 のモータ軸受監視装置における電極構成の別の二例を示す説明図である。

【図 1 2】

図 1 のモータ軸受監視装置における電極配置構成の別の例を示すモータ半断面図である。

【図 1 3】

A E 法により得られる動圧軸受の検出電圧波形をモータ回転数と共に示す信号波形図である。

【図 1 4】

A E 法を採用した場合におけるモータ軸受監視装置の軸受異常判別動作の概略フローチャートである。

【図 1 5】

温度センサを用いた場合におけるモータ軸受監視装置の軸受異常判別動作の概略フローチャートである。

【図 1 6】

磁気ヘッドによるリトライ回数に基づくモータ軸受監視装置の軸受異常判別動作の概略フローチャートである。

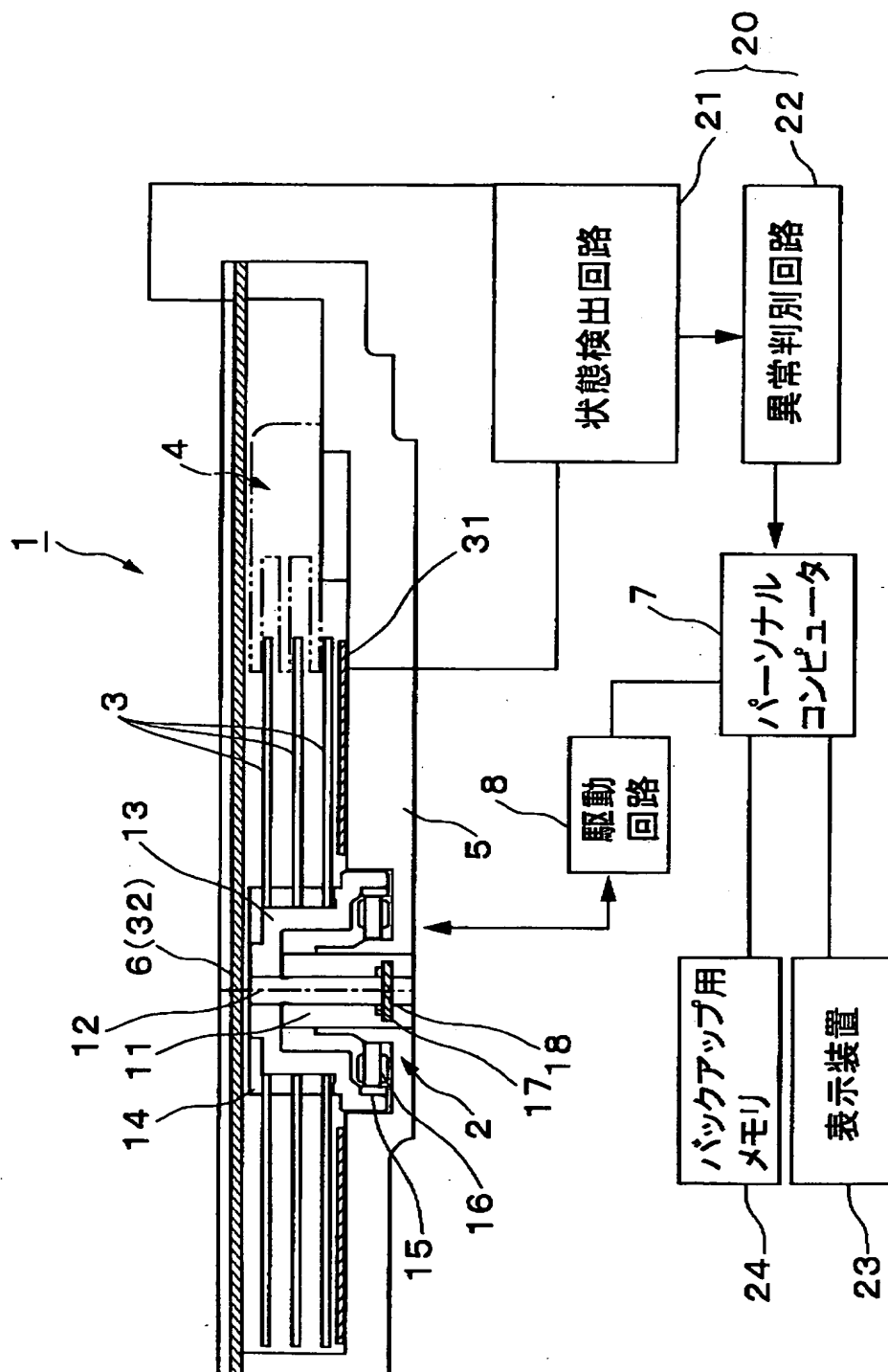
【符号の説明】

- 1 ハードディスクドライブ
- 2 ディスクモータ
- 3 磁気ディスク

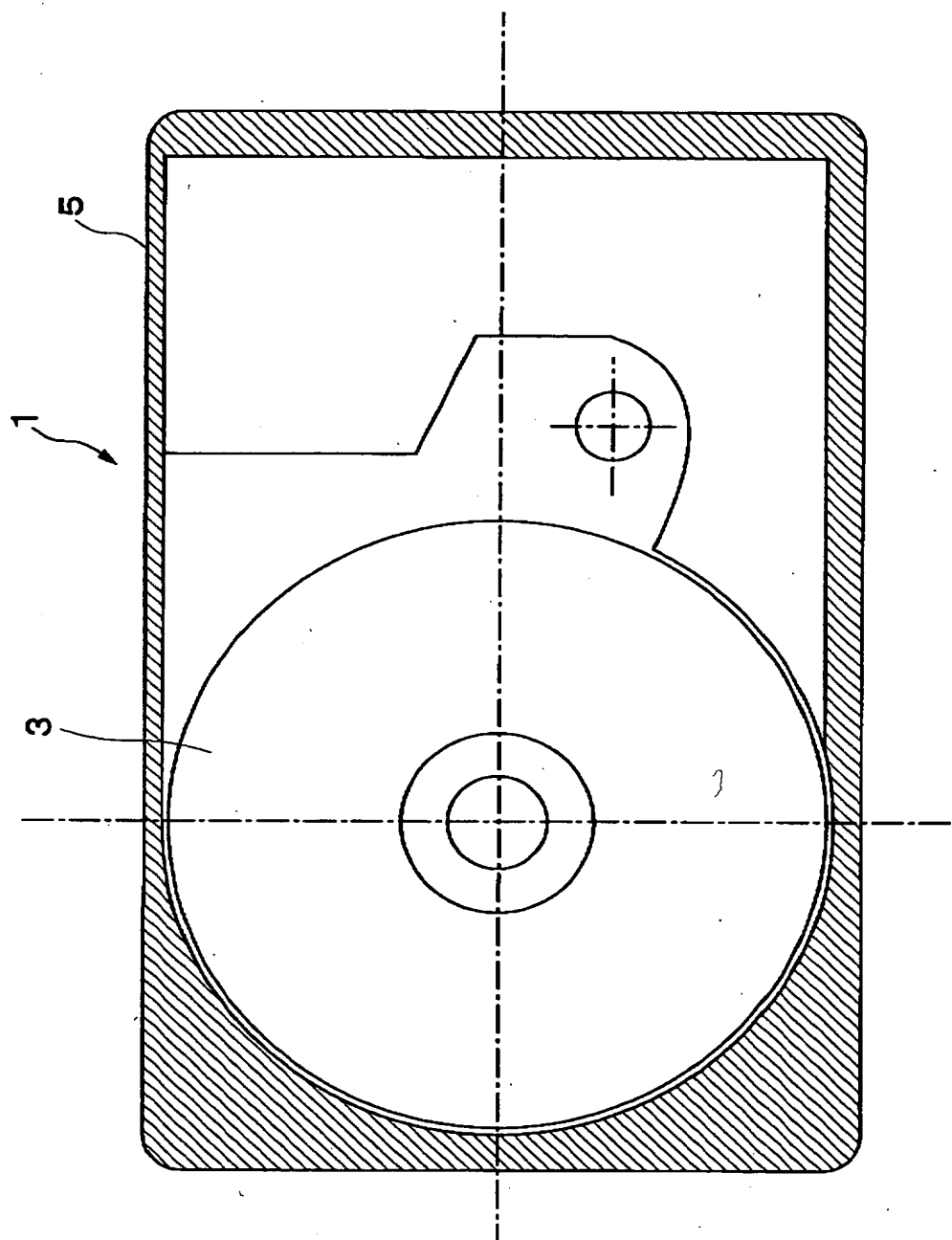
- 4 磁気ヘッド
- 5 ベース
- 6 蓋
- 7 パーソナルコンピュータ
- 8 駆動回路
- 1 1 スリーブ
- 1 2 回転軸
- 1 3 ディスクハブ
- 1 4 クランパ
- 1 5 ロータ
- 1 6 ステータ
- 1 7 スライド軸受部材
- 1 8 カウンタプレート
- 2 0 モータ軸受監視装置
- 2 1 状態検出回路
- 2 2 異常判別回路
- 2 3 表示装置
- 2 4 バックアップ用メモリ
- 3 1、3 1 a 励振用電極
- 3 2 検出用電極
- 3 3 交流電圧電源
- 3 4 電圧検出器
- C 1 動圧軸受部分の静電容量
- R 1 動圧軸受部分の抵抗
- SW スイッチ
- R 2 抵抗
- L 1 インダクタ

【書類名】 図面

【図 1】

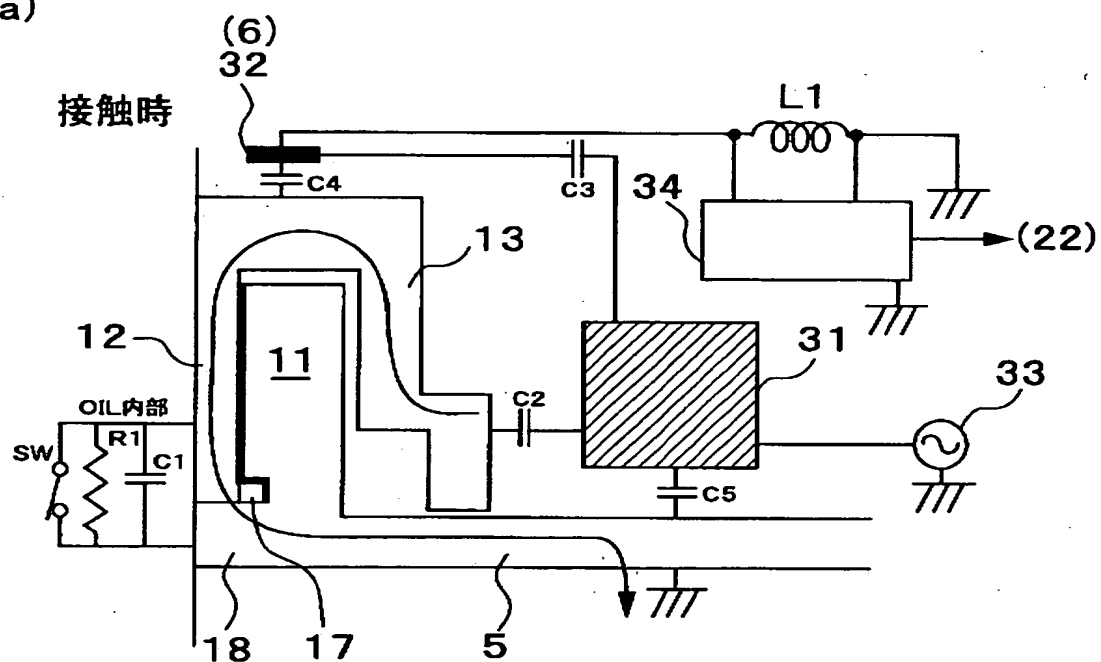


【図 2】

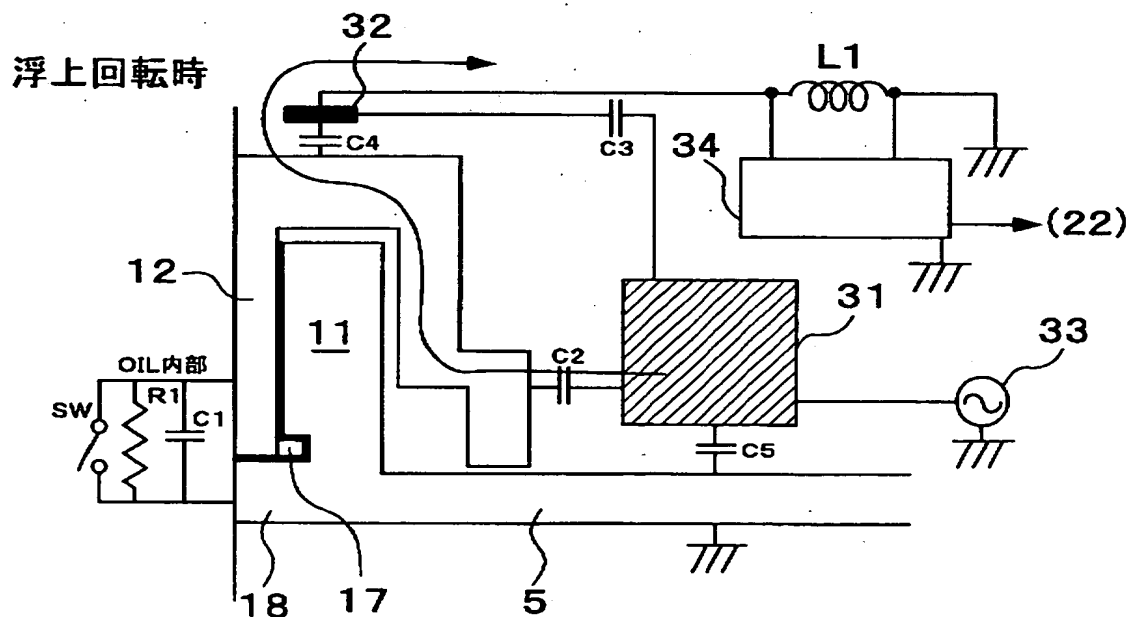


【図 3】

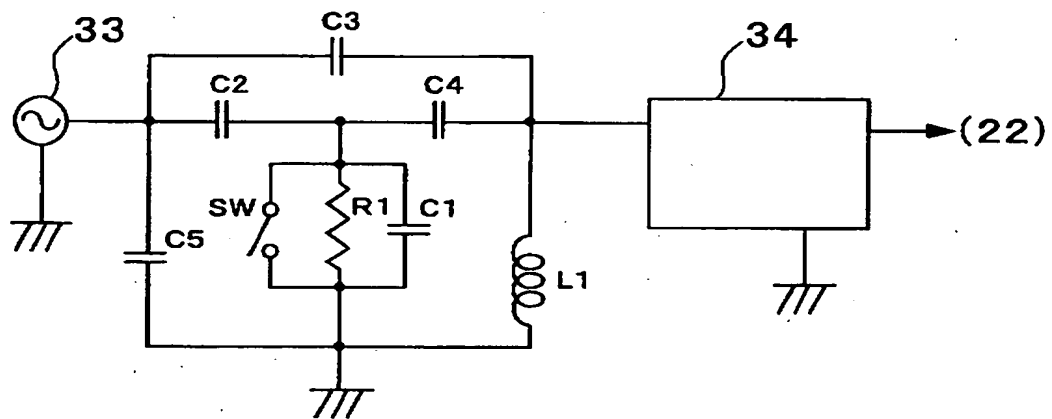
(a)



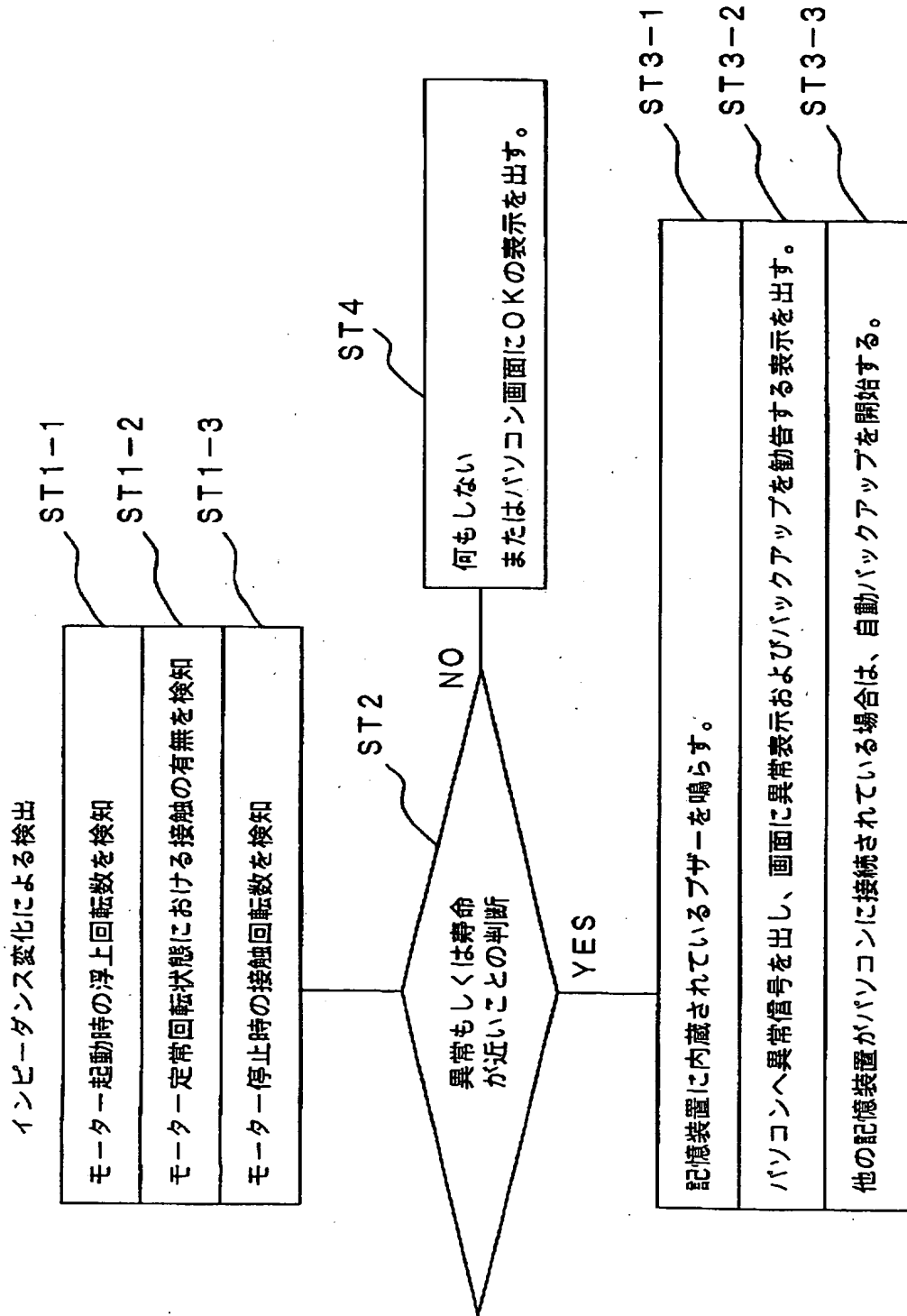
(b)



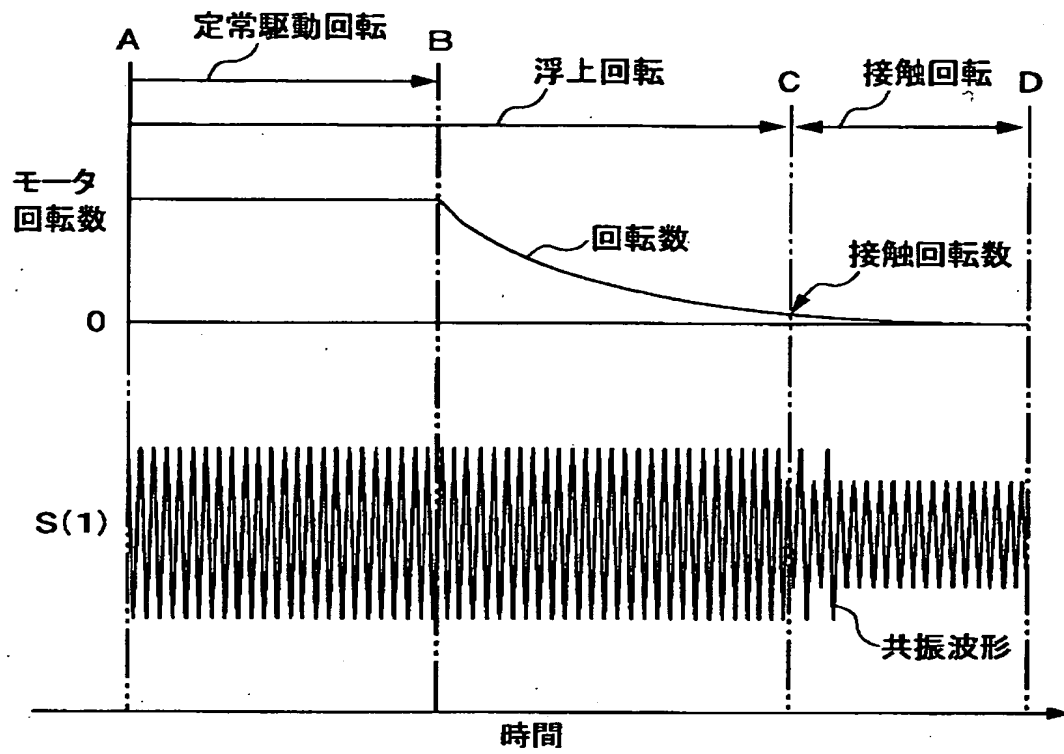
【図 4】



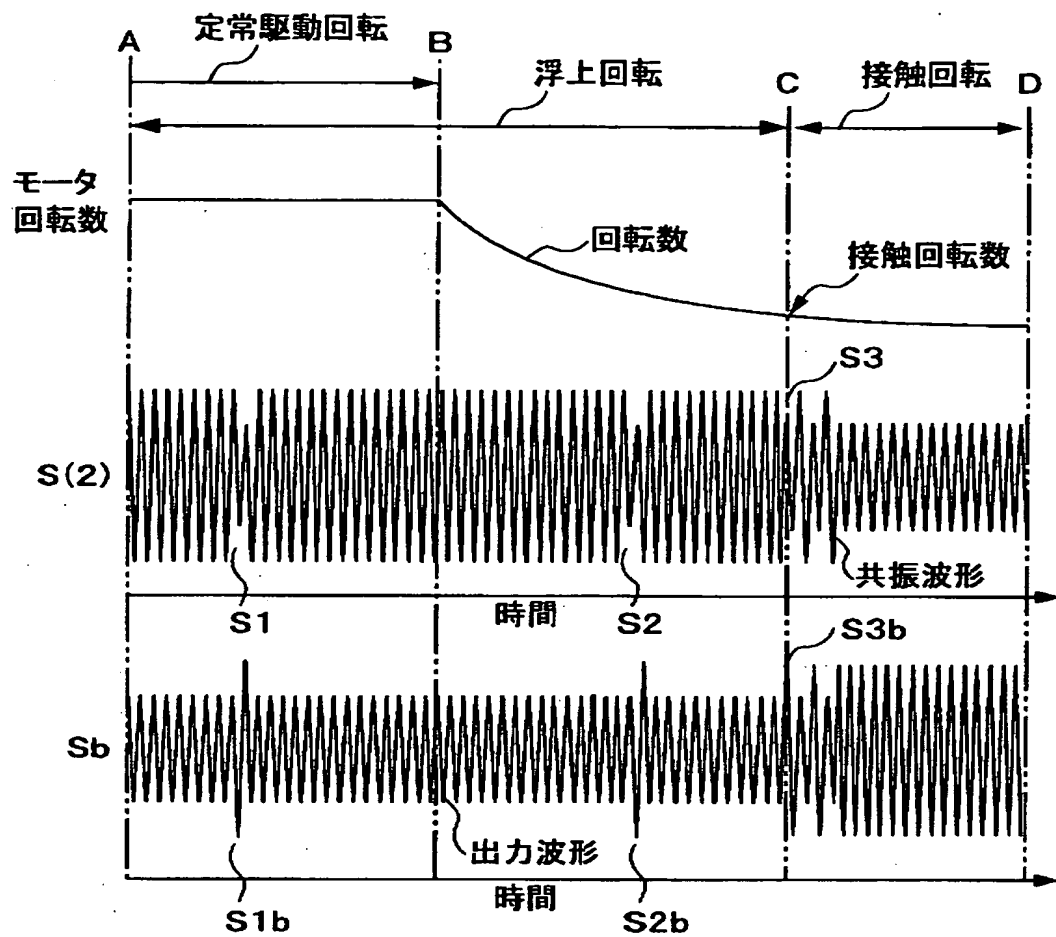
【図 5】



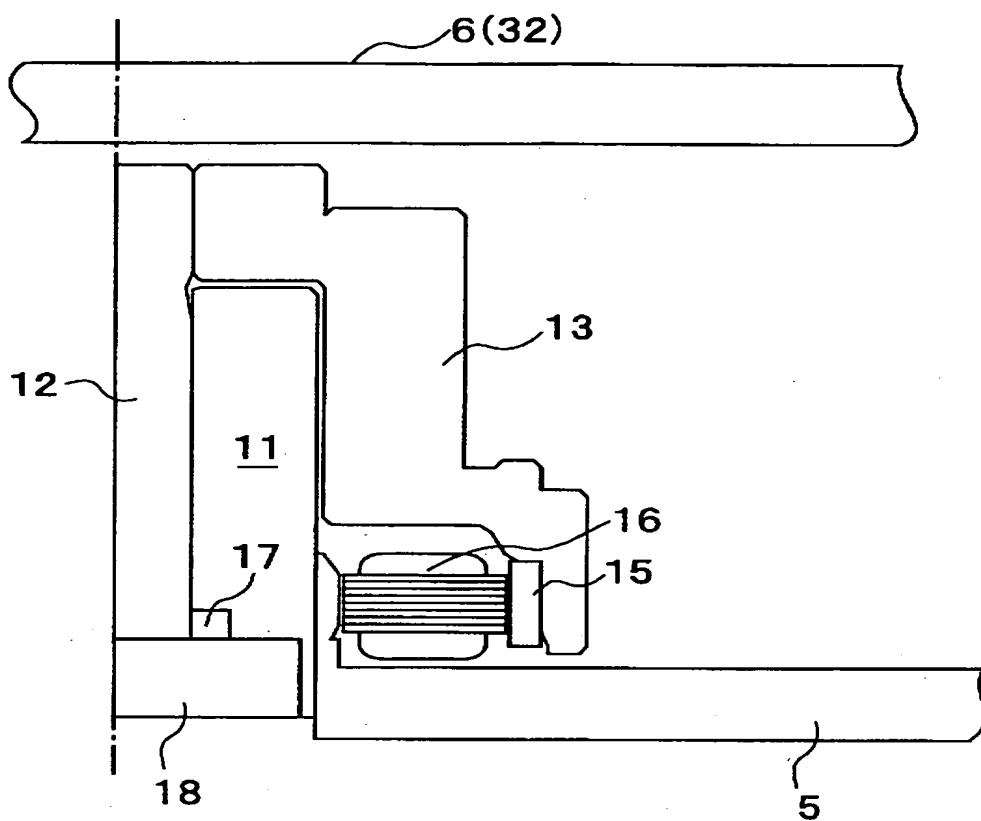
【図 6】



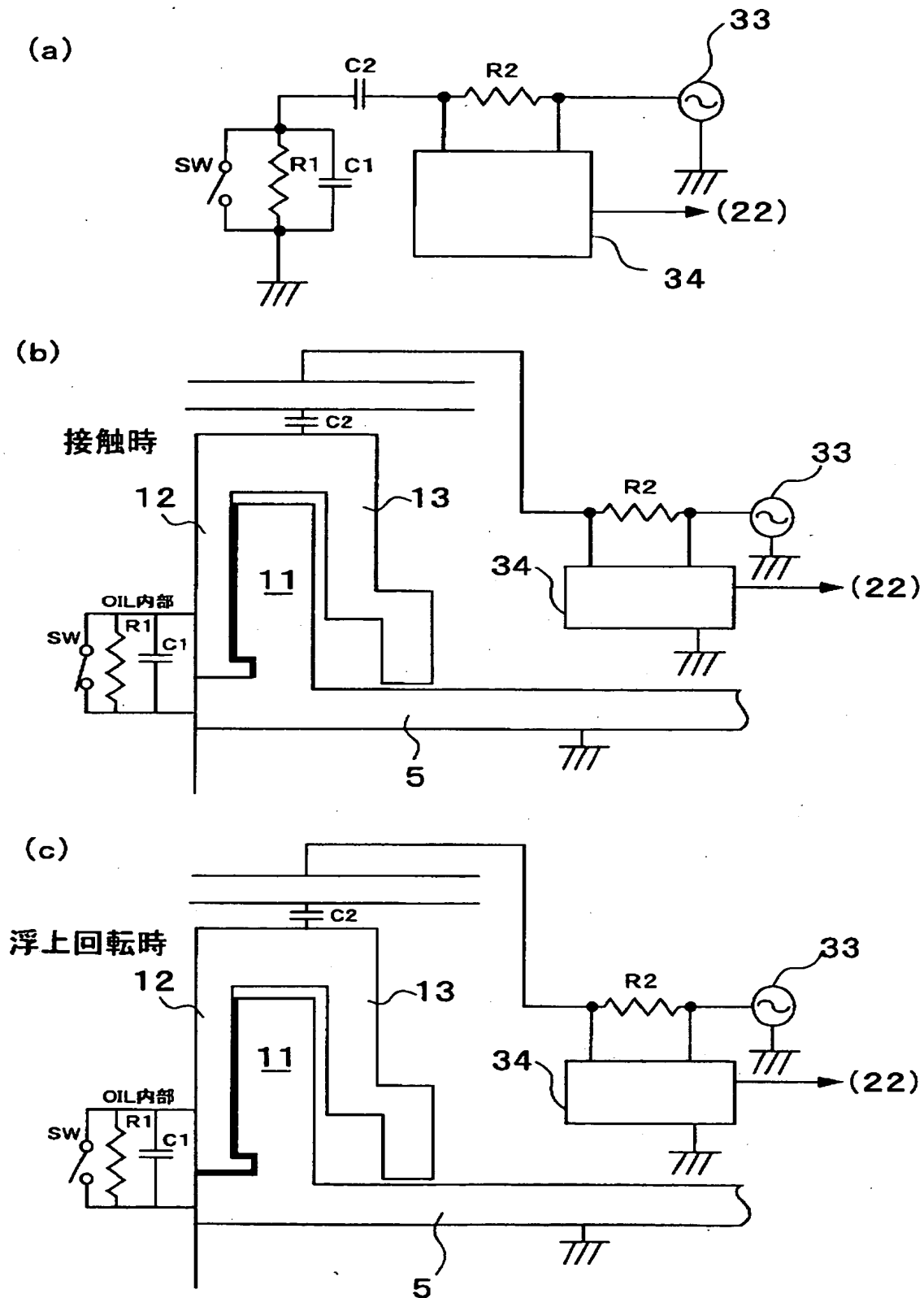
【図7】



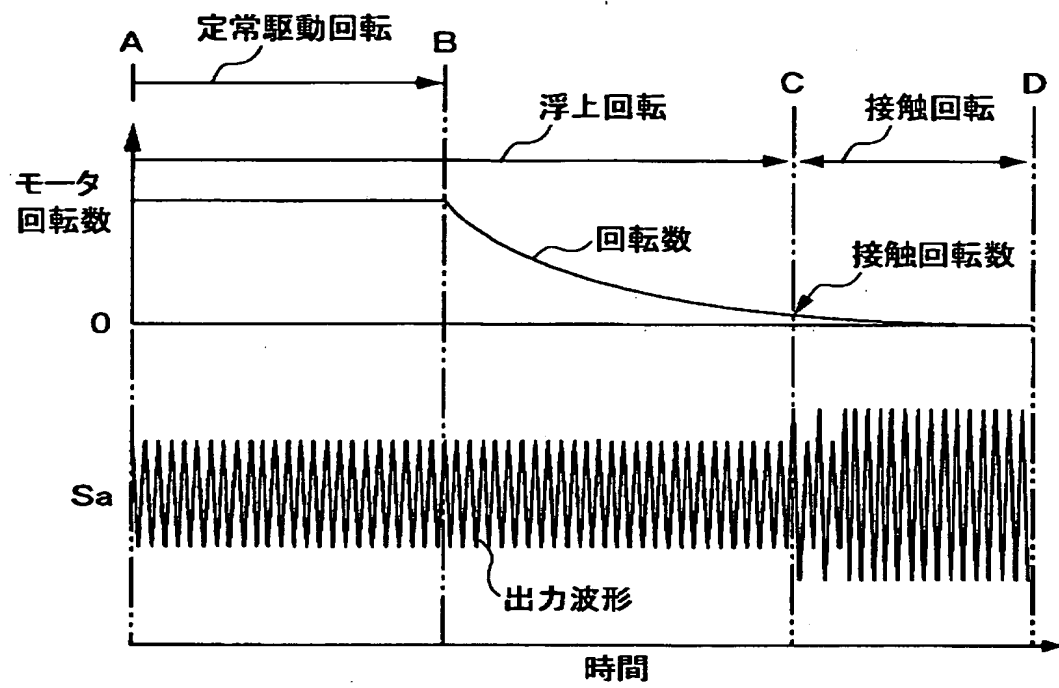
【図 8】



【図9】

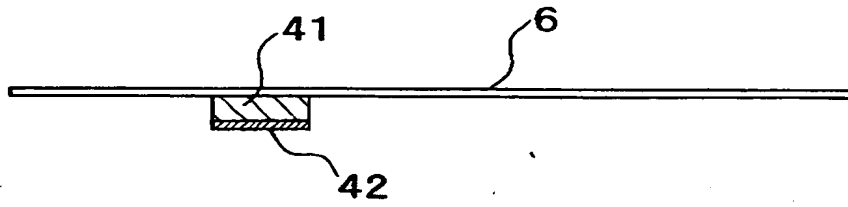


【図 1 0】

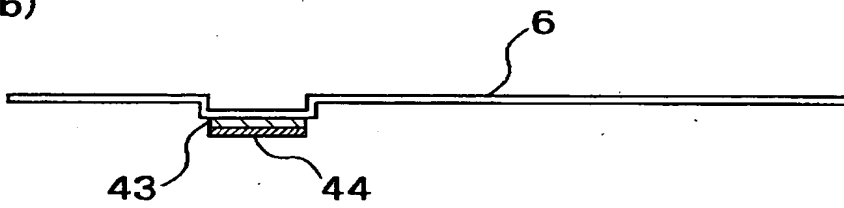


【図 1 1】

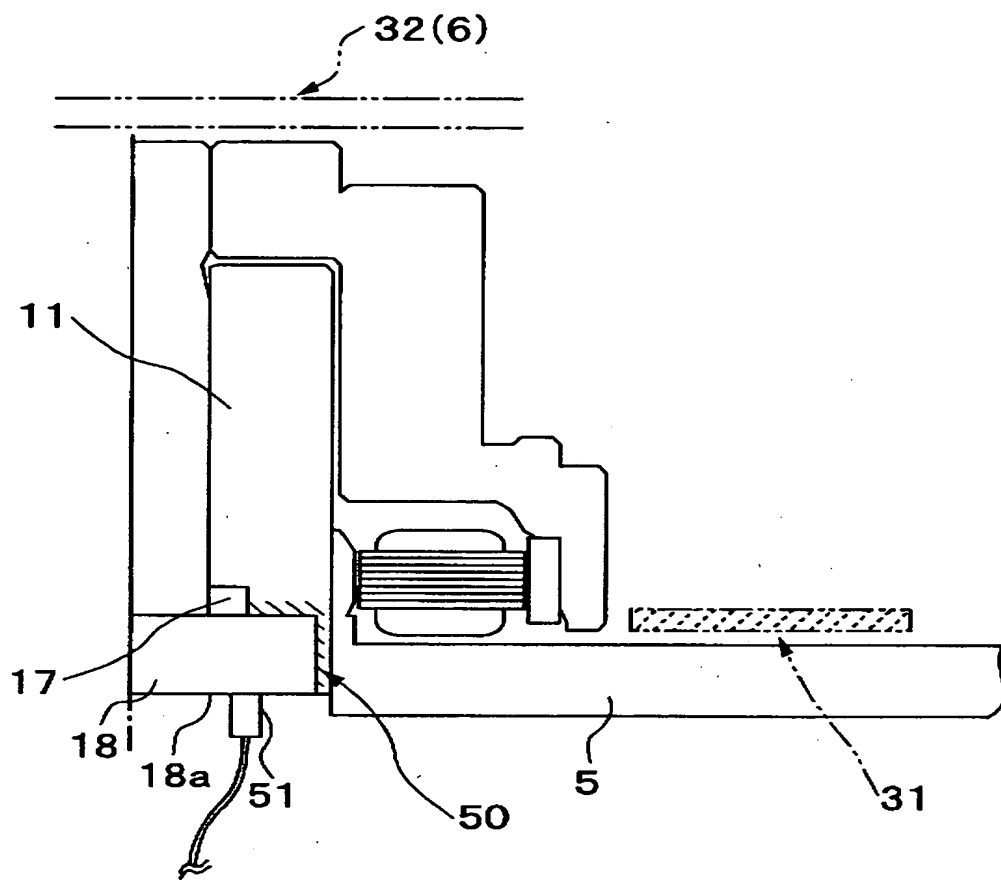
(a)



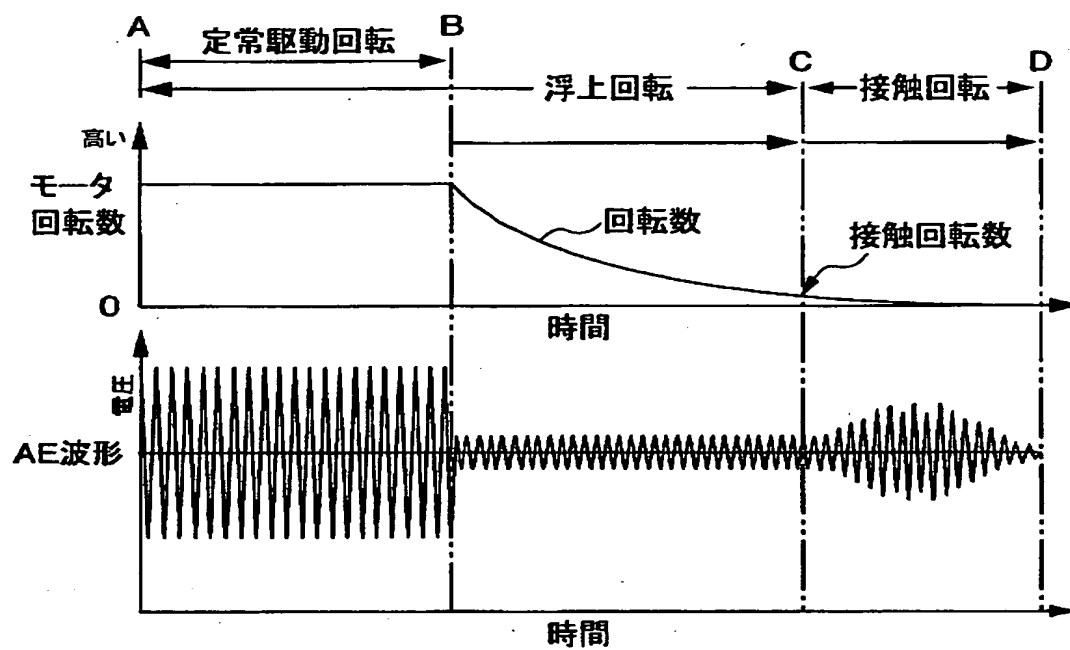
(b)



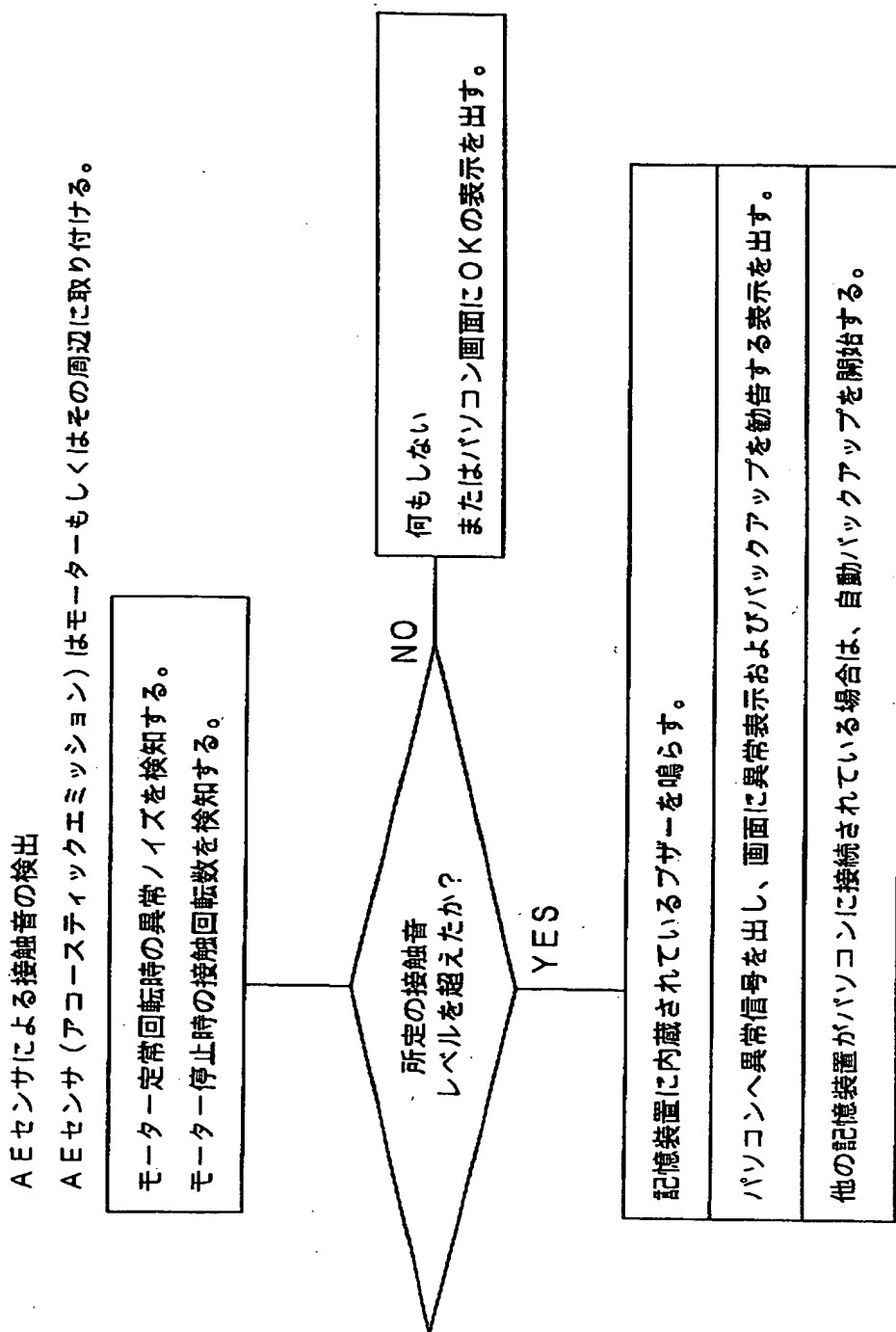
【図12】



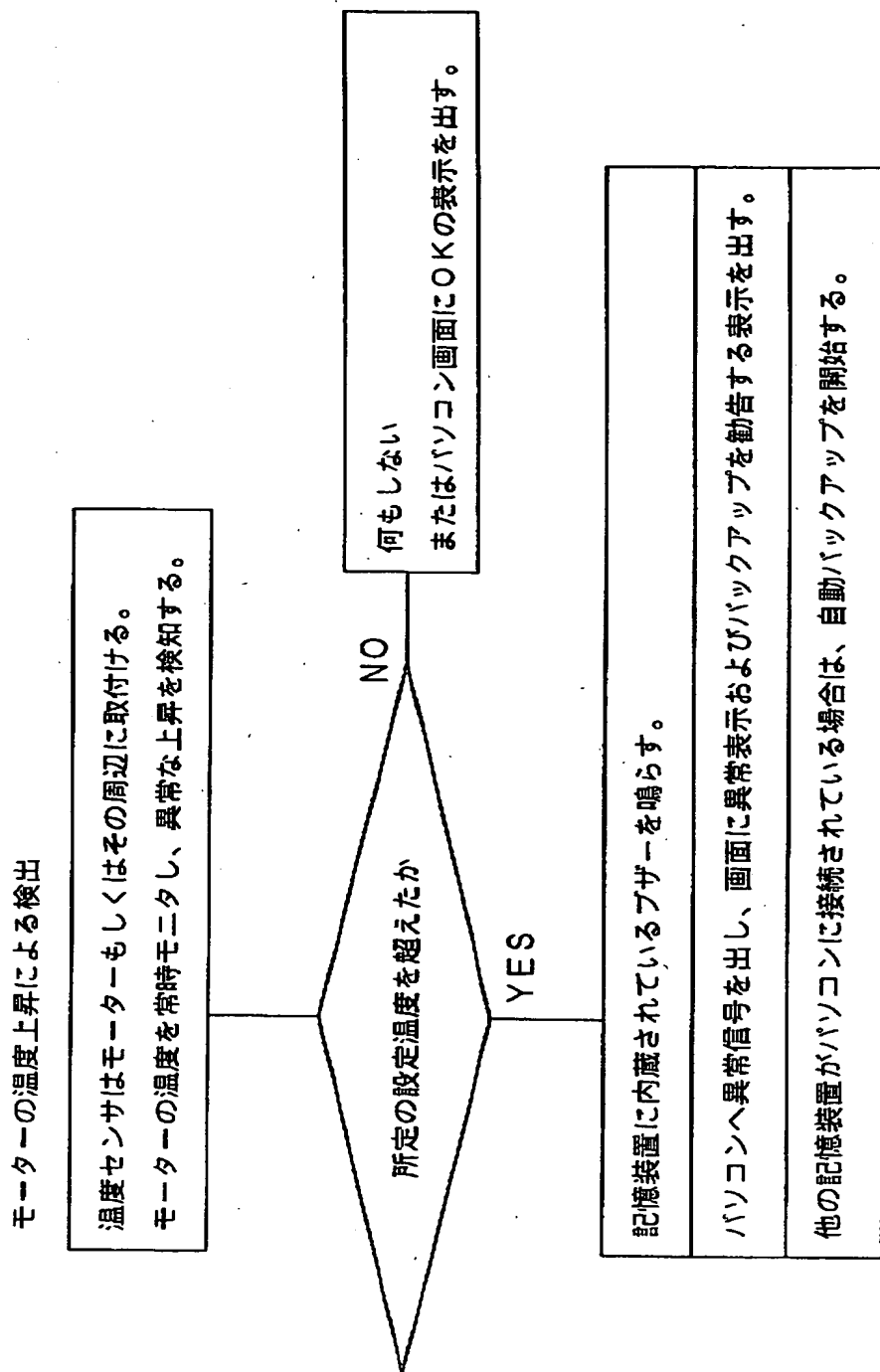
【図13】



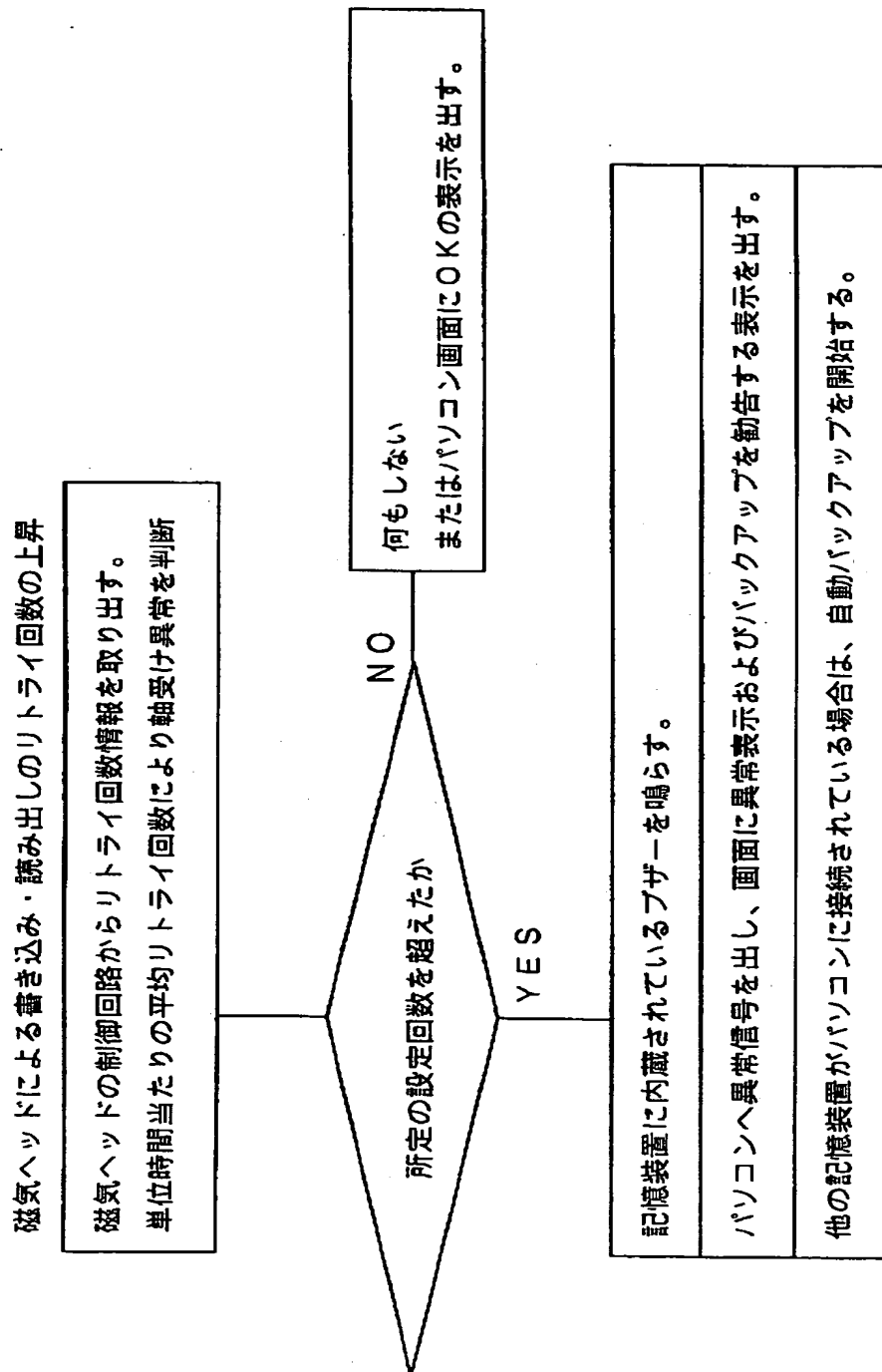
【図 1 4】



【図 1 5】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハードディスクドライブのモータ軸受の異常に起因するモータロック等の記録データ再生不能状態を回避できるようにすること。

【解決手段】 ハードディスクドライブ 1 は、そこに搭載されているディスクモータ 2 の動圧軸受部分の状態を監視するモータ軸受監視装置 2 0 を備え、この装置 2 0 は、動圧軸受が異常回転状態か否かをその部分のインピーダンス変化に基づき判別する異常判別回路 2 2 を備え、異常であると判別されると、表示装置 2 3 にその旨が表示され、記録内容のバックアップが、パーソナルコンピュータ 7 の制御の下で、自動的にバックアップ用メモリに取られる。よって、動圧軸受の異常や寿命によってモータロック等が発生して、記録データの再生が不能になるなどの弊害を未然に防止できる。

【選択図】 図 1

特 2000-321458

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-321458
受付番号	50001361319
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成12年10月23日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年10月20日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002233]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
氏 名 株式会社三協精機製作所